

## Leitungsgebundene Störungen - Vortypenprüfungsmessungen

Alle elektronischen Geräte müssen auf unerwünschte Aussendung elektromagnetischer Strahlung geprüft werden, die andere Geräte in der Umgebung negativ beeinflussen kann.

Elektromagnetische Emissionen teilen sich in zwei Bereiche auf:

- Leitungsgebundene Störungen werden durch Leitungen übertragen, die mit dem Gerät verbunden sind.
- Ausgestrahlte Störungen sind elektromagnetische Felder die ähnlich wie Funkwellen, durch Geräte bzw. deren Komponenten abgestrahlt werden.

Dieses Dokument beschreibt Messinstrumente und Methoden, Grenzwerte und die relevanten Standards die sich auf leitungsgebundene Störungen beziehen, welche von elektrischen bzw. elektronischen Produkten über die Stromversorgungsleitung abgegeben werden.

Die hier genannten Details sollen die Pre-Compliance Messung von leitungsgebundenen Störungen mit der entsprechenden Messtechnik vereinfachen.

## Beispiele gängiger Standards für leitungsgebundene Störungen

### Grenzwerte:

### Standards durch CISPR und IEC, die durch die EU als Standards übernommen wurden:

- **CISPR 13 / EN 55013** für Audio- und TV Receiver
- **CISPR 14 / EN 55014** für Haushalts Geräte
- **CISPR 15 / EN 55015** für Leuchtmittel
- **CISPR 22 / EN 55022** für IT-Geräte
- **CISPR 25 / EN 55025** für elektrische bzw. elektronische Komponenten in Fahrzeugen und Booten
- **CISPR 32 / EN 55032** für Multimedia-Geräte
- **ETSI 301-489-x** für Radio Geräte

### Allgemeine EU Standards

- **IEC/ EN 61000-6-3** für Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe
- **IEC/ EN 61000-6-4** für industrielle Umgebungen

### Bestimmungen in den USA

- Federal Communications Commission (FCC) - Code of Federal Regulation (**CFR**) **Title 47 - Part 2, 15 and 18**

## Beispiele gängiger Standards für leitungsgebundene Störungen

### Messtechnik und Methoden

Die auf der vorherigen Seite genannten Standards spezifizieren die Grenzwerte von leitungsgebundenen Störungen. Die Spezifikation des Messaufbaus in Bezug auf die Messtechnik und Prüflinge wird in den folgenden Standards beschrieben:

#### **CISPR 16-1**

Besteht aus 6 Teilen und beschreibt Messgeräte, sowie die Testumgebung. Dies beinhaltet auch die Aspekte der Kalibrierung und die Nachvollziehbarkeit dieser Daten. Die relevanten Teile für die leitungsgebundenen Störungen sind:

- Teil 1-1: Messtechnik
- Teil 1-2: Untergeordnete Messtechnik - Leitungsgebundene Störungen

#### **CISPR 16-2**

Besteht aus 6 Teilen und beschreibt die Methoden zur Messung hochfrequenter EMV Phänomene, sowohl in Bezug auf Emissionen als auch auf Störfestigkeit. Die relevanten Teile für die leitungsgebundenen Störungen sind:

- Teil 2-1: Messungen zu leitungsgebundenen Störungen
- Teil 2-2: Leistungsmessung von Störsignalen

#### **CISPR 25**

Dieser Standard enthält Grenzwerte und Methoden zur Messung von elektrischen bzw. elektronischen Baugruppen bzw. Geräten in Fahrzeugen und Booten.

## Höchstgrenzen von leitungsgebundenen Störungen

- Typisches Frequenzband -150 kHz bis 30 MHz (teilweise ab 9 kHz bzw. bis zu 108 MHz)
- Grenzwerte - Average und Quasi-peak oder Peak und Quasi-peak
- Messungen mit einem Average, Peak- und Quasi-Peak Detektor EMI Empfänger
- Für IT-Instrumente werden die Grenzen in Klasse A und Klasse B Products eingeteilt.
  - Klasse B - Einsatz im häuslichen Bereich. Die Limits sind hier strenger.
  - Klasse A - Einsatz in allen übrigen Bereichen. Limits sind weniger streng, aber ein Warnhinweis muss im Handbuch vorhanden sein.
  - Bei CISPR 25 werden Limits in die Produkt Klassen 1, 2, 3, 4 und 5 unterteilt.
- In pre-compliance Tests, wird der EMI Empfänger in der Regel durch einen Spektrum Analyzer ersetzt. Um mit einem Spektrum Analyzer ähnliche Ergebnisse zu erhalten, müssen Auflösung, Bandbreite, Frequenzbereich, Sweep Zeit und Detektoren geeignet eingestellt werden. Diese werden in diesem Dokument ebenfalls beschrieben.

# CISPR 13 - Grenzwerte von leitungsgebundenen Störungen\*

Audio- und TV Receiver und dazugehörige Gerätschaften

Frequenzbereich	Höchstgrenzen an den Netzanschlüssen	
	Quasi Peak [dB $\mu$ V]	Mittelwert [dB $\mu$ V]
150 kHz - 500 kHz	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 66 bis 56	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 59 bis 46
500 kHz - 5 MHz	56	46
5 MHz - 30 MHz	60	50

Erhältliche 5 $\mu$ H Tekbox LISN für AC-Netzanschlüsse : [TBLC08](#), [TBL5016-2](#), [TBL5016-3](#), [TBL5016-1](#)

\*) CISPR 13 und CISPR 22 wurden mittlerweile zur CISPR 32 zusammengefasst

# CISPR 14 - Grenzwerte von leitungsgebundenen Störungen

Anforderungen an Haushaltgeräte, Elektrowerkzeuge und ähnliche Elektrogeräte

Frequenzbereich	An den Netzanschlüssen		An weiteren Anschlüssen	
	Quasi Peak [dB $\mu$ V]	Mittelwert [dB $\mu$ V]	Quasi Peak [dB $\mu$ V]	Mittelwert [dB $\mu$ V]
150 kHz - 500 kHz	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 66 bis 56	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 59 bis 46	80	70
500 kHz - 5 MHz	56	46	74	64
5 MHz - 30 MHz	60	50	74	64

Erhältliche Tekbox 5 $\mu$ H LISN für AC-Netzanschlüsse : [TBLC08](#), [TBL5016-2](#), [TBL5016-3](#), [TBL5016-1](#)

# CISPR 14 - Grenzwerte von leitungsgebundenen Störungen

## Netzanschlüsse von Elektrowerkzeugen

Frequenzbereich	Motoren mit einer Leistung bis 700W		Motoren mit einer Leistung von 700W bis 1000W		Motoren mit einer Leistung von über 1000W	
	Quasi Peak [dBµV]	Mittelwert [dBµV]	Quasi Peak [dBµV]	Mittelwert [dBµV]	Quasi Peak [dBµV]	Mittelwert [dBµV]
150 kHz - 350 kHz	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 66 bis 59	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 59 bis 49	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 70 bis 63	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 63 bis 53	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 76 bis 69	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 69 bis 59
350 kHz - 5 MHz	59	49	63	53	69	59
5 MHz - 30 MHz	64	54	68	58	74	64

Erhältliche Tekbox 50µH LISN für AC-Netzanschlüsse : [TBLC08](#), [TBL5016-2](#), [TBL5016-3](#), [TBL5016-1](#)

# CISPR 15 - Grenzwerte von leitungsgebundenen Störungen

## Netzanschlüsse von Leuchtmitteln

Frequenzbereich	Quasi Peak [dB $\mu$ V]	Mittelwert [dB $\mu$ V]
9 kHz - 50 kHz	110	-
50 kHz - 150 kHz	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 90 bis 80	-
150 kHz - 500 kHz	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 66 bis 56	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 56 bis 46
500 kHz - 5 MHz	56	46
5 MHz - 30 MHz	60	50

Erhältliche Tekbox 50 $\mu$ H LISN für AC-Netzanschlüsse : [TBLC08](#), [TBL5016-2](#), [TBL5016-3](#), [TBL5016-1](#)



## CISPR 22 - Grenzwerte von leitungsgebundenen Störungen \*

Grenzwerte für Störungen an Netzanschlüssen von IT-Geräten der Klasse A

Frequenzbereich	Quasi Peak [dB $\mu$ V]	Mittelwert [dB $\mu$ V]
150 kHz - 500 kHz	79	66
500 kHz - 30 MHz	73	60

Grenzwerte für Störungen an Netzanschlüssen von IT-Geräten der Klasse B

Frequenzbereich	Quasi Peak [dB $\mu$ V]	Mittelwert [dB $\mu$ V]
150 kHz - 500 kHz	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 66 bis 56	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 59 bis 46
500 kHz - 5 MHz	56	46
5 MHz - 30 MHz	60	50

Erhältliche Tekbox 50 $\mu$ H LISN für AC-Netzanschlüsse : [TBLC08](#), [TBL5016-2](#), [TBL5016-3](#), [TBL5016-1](#)

\*) CISPR 13 und CISPR 22 wurden mittlerweile zur CISPR 32 zusammengefasst

## CISPR 25 -Höchstgrenzen von leitungsgebundenen Störungen

Grenzwerte für Störungen an DC-Netzanschlüssen von elektrischen bzw. elektronischen Produkten in Fahrzeugen und Booten.

Grenzwerte für breitbandige Störungen an den Versorgungsanschlüssen

Class	Levels in dB( $\mu$ V)									
	0,15 – 0,3 MHz		0,53 – 2,0 MHz		5,9 – 6,2 MHz		30 – 54 MHz		70 – 108 MHz	
	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP
1	113	100	95	82	77	64	77	64	61	48
2	103	90	87	74	71	58	71	58	55	42
3	93	80	79	66	65	52	65	52	49	36
4	83	70	71	58	59	46	59	46	43	30
5	73	60	63	50	53	40	53	40	37	24

Grenzwerte für schmalbandige Störungen an den Versorgungsanschlüssen (peak detector)

Class	Levels in dB( $\mu$ V)				
	0,15 – 0,3 MHz	0,53 – 2,0 MHz	5,9 – 6,2 MHz	30 – 54 MHz	70 – 108 MHz
1	90	66	57	52	42
2	80	58	51	46	36
3	70	50	45	40	30
4	60	42	39	34	24
5	50	34	33	28	18

NOTE – For 87 MHz to 108 MHz, add 6 dB to the level shown in table.

Erhältliche Tekbox 5  $\mu$ H LISN für DC-Versorgungsanschlüsse :

**TBOH01, TBL0550-1**

## CISPR 32 - Grenzwerte von leitungsgebundenen Störungen \*

Grenzwerte für Störungen an Netzanschlüssen von Multimedia-Geräten der Klasse A

Frequenzbereich	Quasi Peak [dB $\mu$ V]	Mittelwert [dB $\mu$ V]
150 kHz - 500 kHz	79	66
500 kHz - 30 MHz	73	60

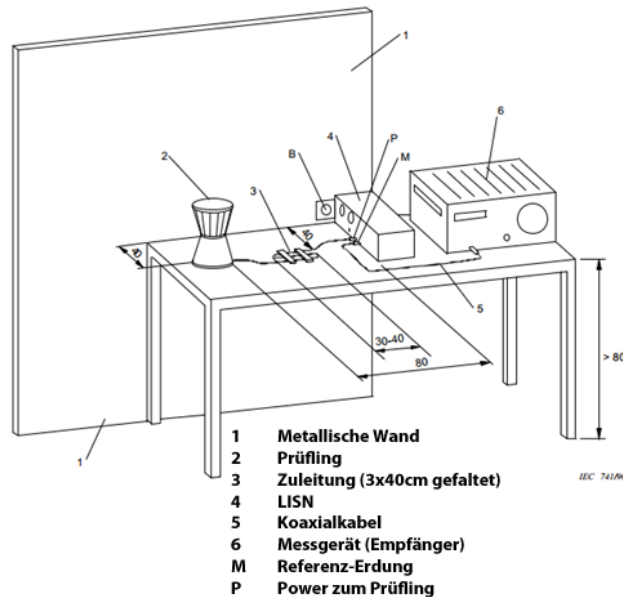
Grenzwerte für Störungen an Netzanschlüssen von Multimedia-Geräten der Klasse B

Frequenzbereich	Quasi Peak [dB $\mu$ V]	Mittelwert [dB $\mu$ V]
150 kHz - 500 kHz	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 66 bis 56	Linear abnehmend mit dem Logarithmus der Frequenz von 59 bis 46
500 kHz - 5 MHz	56	46
5 MHz - 30 MHz	60	50

Erhältliche Tekbox 50 $\mu$ H LISN für AC-Netzanschlüsse : [TBLC08](#), [TBL5016-2](#), [TBL5016-3](#), [TBL5016-1](#)

\*) CISPR 13 und CISPR 22 wurden mittlerweile zur CISPR 32 zusammengefasst

## CISPR 16 - Höchstgrenzen von leitungsgebundenen Störungen



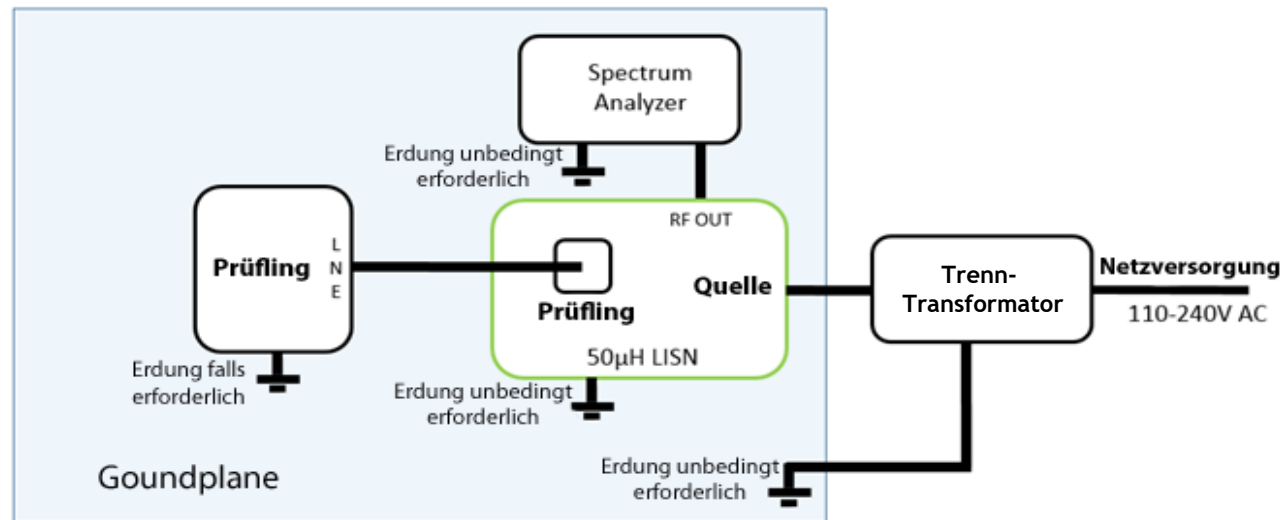
Messaufbau aus CISPR 16:  
 Optionale Testanordnung für einen Prüfling mit  
 nur einem Netzanschluss.

### Hinweis:

Dies ist nur ein Beispiel verschiedener  
 Anordnungen die in CISPR 16 beschrieben  
 werden.

Erhältliche Tekbox LISN für AC-Netzanschlüsse : [TBLC08](#), [TBL5016-2](#), [TBL5016-3](#), [TBL5016-1](#)

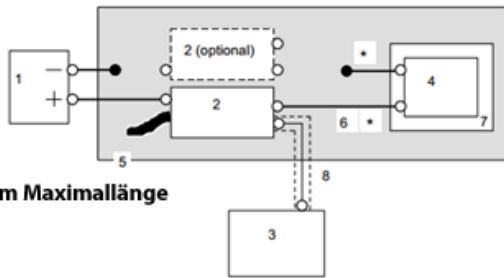
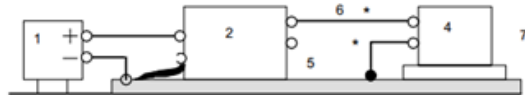
## Testaufbau zur Messung leitungsgebundener Störungen mit der TBLC08 LISN



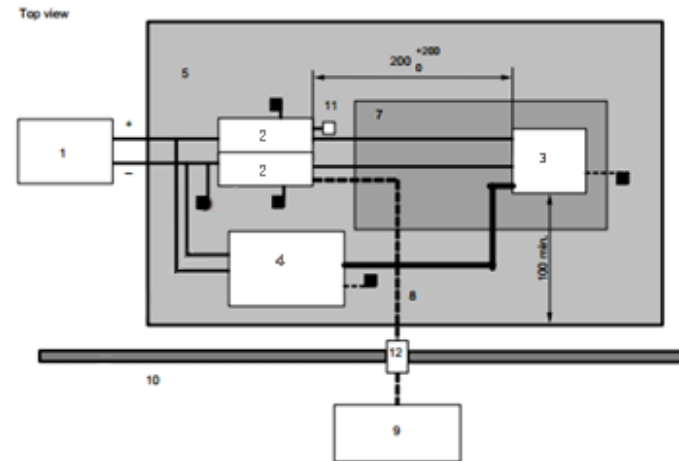
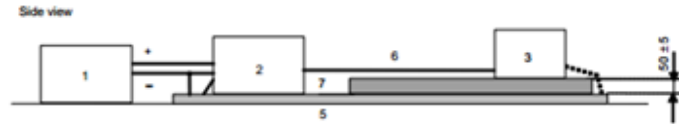
Der Prüfling muss isoliert sein und sich oberhalb der Goundplane befinden. Der Spectrum Analyzer soll leitungsgeführte Störungen sowohl der Phase (L) als auch des Null-Leiters (N) erfassen. Der Wert der Parallelschaltung der internen Kondensatoren der LISN zwischen Phase und Null-Leiter gegen Masse beträgt  $12\mu\text{F}$ . Dies bewirkt einen Blindstrom von etwa  $0,75\text{A}$  nach Masse und würde zur Auslösung des Fehlerstrom-Schutzschalters führen.

**Wechselstrom LISN können in einer normalen Entwicklungsumgebung nur zusammen mit einem Trenntransformator betrieben werden.**

# Beispiele von Prüfaufbauten nach CISPR 25



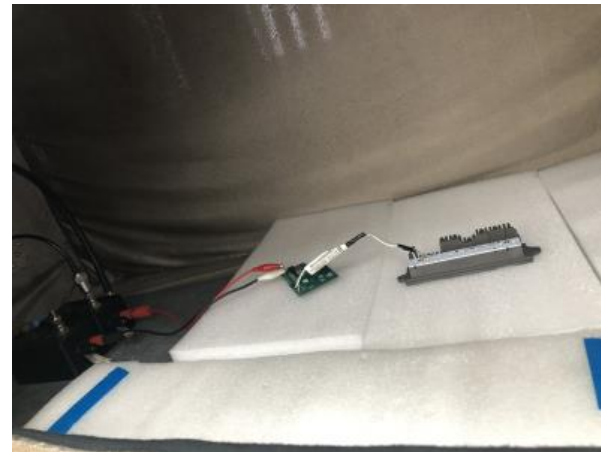
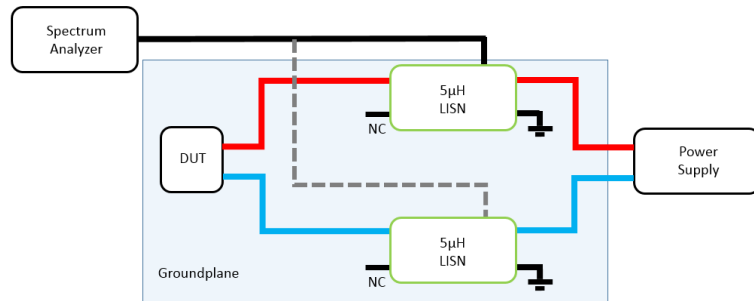
- 1 Power Supply
- 2 LISN (min. 1x, 2. optional)
- 3 Messgerät
- 4 Prüfling
- 5 Groundplane
- 6 Prüfkabel (Netzanschluss max. 200mm Länge)
- 7 Isolierende Abstandsmatte (50mm stark, falls im Test definiert)
- 8 Koaxialkabel (50Ω)



- 1 Power Supply (opt. auf Groundplane)
- 2 LISN
- 3 Prüfling (optional geerdet)
- 4 Last Simulator (optional geerdet)
- 5 Groundplane
- 6 Netzversorgungs-Leitungen
- 7 Unterlage mit niedriger elektrischer Leitfähigkeit
- 8 Hochwertiges Koaxialkabel (50Ωm)
- 9 Messgerät
- 10 Geschirmtes Gehäuse
- 11 50Ωm Last
- 12 Durchführungs-Anschluss

Es werden 1 bzw. 2 Stück 5μH - LISN für die Messaufbauten benötigt.

## Leitungsgebundenen Störungen - Vor-Typenprüfungsmessung von Automobilelektronik mit der TBOH01 5 $\mu$ H LISN



Der Prüfling (DUT) muss isoliert über der Groundplane liegen. Der Spektrum Analysator soll die Emissionen beider Versorgungsanschlüsse erfassen. Der HF-Ausgang der jeweils unbenutzten LISN muss mit 50 Ohm abgeschlossen sein. Im Falle eines DUT mit lokal geerdeter Rückleitung ist ein Aufbau mit einer einzelnen LISN ausreichend.

## Empfohlene Einstellungen für Spektrum Analysatoren zur Messung von leitungsgebundenen Störungen

### Empfohlene Einstellungen bei dem Rigol DSA815

Frequenzbereich	CISPR Auflösungsbandbreite für die Messung von leitungsgebundenen Störungen	Maximaler Segment Span	Segment Sweep time		
			Average Detektor	Peak Detektor	Quasi peak Detektor
9 kHz -150 kHz	200 Hz	60 kHz	100 ms / kHz	100 ms / kHz	20 s / kHz
150 kHz - 30 MHz	9 kHz	2.7 MHz	100 ms / MHz	100 ms / MHz	200 s / MHz
30 MHz - 108 MHz	120 kHz	36 MHz	1 ms / MHz	1 ms / MHz	20 s / MHz

Der Rigol DSA815 Spektrum Analysator beispielsweise misst 601 diskrete Punkte über den gewählten Frequenzbereich.

Um sicherzustellen, dass keine Störungen übersehen werden, sollte sich die Filterkurve bei jeweils benachbarten Frequenzpunkten überlappen.

Eine gute Einstellung für eine Auflösungsbandbreite (RBW) von 200Hz ist die Wahl von 100 Hz Frequenz-Schritten. Ebenso sind Frequenzschritte von 4,5kHz bei einer RBW von 9kHz sinnvoll.

Die resultierenden Frequenzbänder sind bei dem Rigol DAS815 also:

$600 * 100 \text{ Hz} = 60 \text{ kHz}$  im Frequenz-Spektrum von 9 kHz bis 150 kHz

$600 * 4.5 \text{ kHz} = 2.7 \text{ MHz}$  im Frequenz-Spektrum von 150 kHz bis 30 MHz.

Das Frequenzband von 9kHz - 150 kHz, wo im Standard 200Hz RBW verlangt wird, wird in 3 Teile unterteilt:

9kHz - 60kHz, 60kHz - 120kHz, 120kHz - 150kHz

Bei Frequenzen oberhalb von 150kHz sollte die Messung ebenfalls in Abschnitte mit einer maximalen Breite von 2,7Mhz aufgeteilt werden.



# Wo erhalte ich Standards:

Standards können in Webshops der Nationalen Normungsinstitute und anderen Anbietern erstanden werden.

Einige Länder bieten auch kostenlosen Zugang zu Nationalen Normen an, die an CISPR Standards angelehnt sind. Nicht alle Normen entsprechen dabei der aktuellsten Version des jeweiligen Basis Standards.

Beispiel: <https://law.resource.org/pub/in/bis/manifest.litd.9.html>

Weitere Informationen unter [www.tekbox.com](http://www.tekbox.com)